

(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 008 828 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
14.06.2000 Bulletin 2000/24

(51) Int Cl.7: **F28F 21/08, F28D 9/00,
F25J 3/00**

(21) Numéro de dépôt: **99403009.6**

(22) Date de dépôt: **02.12.1999**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: **07.12.1998 FR 9815423**

(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE
75321 Paris Cédex 07 (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Wagner, Marc**
94100 Saint Maur des Fosses (FR)
• **Beauvois, Jean Claude**
94500 Champigny sur Marne (FR)

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan et al**
L'Air Liquide,
Service Brevets et Marques,
75, qual d'Orsay
75321 Paris Cédex 07 (FR)

(54) **Echangeur de chaleur à plaques pour un appareil de séparation d'air**

(57) Un échangeur comprend plusieurs plaques (8) en cuivre, nickel ou un alliage de ces métaux séparés par des ondes d'échange (6) et deux tôles extérieures

(7). Les tôles extérieures et/ou une chambre d'entrée ou de sortie de fluide et/ou une tête semi-cylindrique sont en acier inoxydable ou éventuellement en nickel.

EP 1 008 828 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un échangeur de chaleur et, plus particulièrement, un échangeur de chaleur à plaques, permettant d'échanger de la chaleur entre au moins deux fluides d'un appareil de séparation d'air.

[0002] Un appareil de séparation d'air comprend plusieurs types d'échangeur de chaleur.

[0003] Un échangeur de chaleur principal sert à refroidir l'air d'alimentation de l'appareil à la température de distillation par échange de chaleur avec un ou plusieurs fluides provenant de l'appareil de distillation. Dans certains cas, ce sont des liquides pressurisés de l'appareil qui se vaporisent contre l'air à distiller dans l'échangeur. Ces échangeurs sont normalement faits entièrement en aluminium ou en cuivre ou en alliages de ces métaux (WO95/28610, Hausen, Linde "Tiefemperaturtechnik", pages 468-471, "Large Tonnage Oxygen Plants - Brazed Aluminium Technology and Equipment for the 80's", Duncan et al., Cryogenic Processes and Equipment Conference, ASME, août 1980, "Improved Plant Main Condenser", O'Neill et al., Cryogenic Processes and Equipment Conference, ASME, août 1980).

[0004] Pour des raisons de sécurité, ces liquides se vaporisent parfois dans un échangeur dédié contre un seul fluide tel que l'air ou l'azote.

[0005] L'appareil comprend également au moins un vaporiseur-condenseur qui est un échangeur de chaleur placé à l'intérieur ou à l'extérieur de la colonne. Ces vaporiseurs sont habituellement réalisés entièrement en cuivre, acier inoxydable, nickel ou aluminium et sont constitués d'au moins deux circuits qui sont reliés au reste de l'installation au moyen de tuyauteries soudées sur l'équipement.

[0006] Ces tuyauteries sont normalement réalisées en acier inoxydable ou en aluminium, ce qui impose des jonctions mixtes pour les assembler à l'échangeur.

[0007] Un but de la présente invention est de réduire le coût de la construction des échangeurs en supprimant les jonctions mixtes.

[0008] Selon un objet de l'invention, il est prévu un échangeur de chaleur à plaques comprenant :

- une pluralité de plaques métalliques en cuivre, en nickel, ou en un alliage comprenant au moins 80 % de cuivre ou au moins 80 % de nickel ayant un contour substantiellement similaire, parallèles et espacées les unes des autres afin de former des passages ;
- des ondes d'échange placées entre les plaques ;
- un moyen d'obturation constitué par des barres latérales reliées de façon étanche aux bords des plaques ;
- deux tôles extérieures parallèles aux plaques et ayant un contour substantiellement similaire à ceux des plaques

- des têtes semi-cylindriques reliées aux passages entre les plaques

et éventuellement une chambre d'entrée et/ou sortie d'un fluide reliée à un joint étanche à une face d'entrée ou de sortie du fluide, une partie au moins de la chambre étant constituée par au moins une portion de sphère ou d'ellipsoïde et par des secteurs de cônes tangents à cette portion de sphère ou d'ellipsoïde

caractérisé en ce qu'au moins une des tôles extérieures et/ou au moins une des têtes semi-cylindriques et/ou une chambre d'entrée et/ou de sortie de fluide est (sont) en acier inoxydable ou en nickel ou un alliage comprenant au moins 80 % de nickel.

[0009] Tous les éléments prévus en acier inoxydable peuvent être en acier austénitique. Ils peuvent également être en un alliage d'acier inoxydable avec au moins un autre métal.

[0010] L'échangeur peut comprendre des tuyauteries, reliées aux têtes semi-cylindriques, en acier inoxydable ou en aluminium.

[0011] De préférence, les séparatrices et/ou les barres latérales sont en acier inoxydable.

[0012] L'échangeur peut remplir un des rôles décrits ci-dessus dans un appareil de séparation d'air.

[0013] Par exemple, il peut être l'échangeur principal qui sert à refroidir l'air à sa température de distillation ou un sous-refroidisseur.

[0014] Si l'appareil comporte une première colonne alimentée par de l'air et reliée thermiquement à une deuxième colonne, un échangeur de chaleur selon l'invention peut permettre de chauffer la cuve de la deuxième colonne avec le gaz de tête de la première colonne. Seuls deux débits différents circulent dans l'échangeur.

[0015] Sinon l'échangeur de chaleur selon l'invention peut être un échangeur intermédiaire de la deuxième colonne ou un condenseur de tête d'une simple colonne.

[0016] Un exemple de mise en oeuvre de l'invention va maintenant être décrit en regard des dessins annexés.

[0017] Sur ces dessins,

- la figure 1 est une vue schématique de l'extérieur d'un échangeur selon l'invention,
- les figures 2 et 3 sont des vues schématiques de l'intérieur d'un échangeur selon l'invention,
- la figure 4 est un appareil de séparation d'air comprenant plusieurs échangeurs selon l'invention,
- la figure 5 est une vue partielle de côté de l'extérieur d'un autre échangeur selon l'invention,
- et la figure 6 est une vue de dessus de cet échangeur.

[0018] Dans la figure 1, un échangeur de chaleur comprend une série de plaques parallèles en cuivre brasées entre elles qui définissent une multitude de passages destinés alternativement à un des trois débits de fluide, par exemple, un débit d'air gazeux, un débit ga-

zeux enrichi en azote à environ 5 bars et un débit liquide enrichi en oxygène à environ 1,5 bars. Evidemment les pressions peuvent prendre d'autres valeurs.

[0019] Le gaz ou le liquide rentre dans l'échangeur au moyen d'une tuyauterie 2 en acier inoxydable soudée au milieu d'une tête 1 (parfois appelée "boîte" ou en anglais "header") semi-cylindrique et en acier inoxydable qui distribue le gaz sur toute la hauteur de l'échangeur 20 pour l'envoyer à une entrée de passages définie par la barre séparatrice 12 en acier inoxydable.

[0020] Si la tuyauterie est en aluminium et les plaques sont en cuivre ou nickel ou un alliage comprenant au moins 80 % de cuivre ou nickel, les têtes de distribution 1 seront en nickel ou en acier inoxydable ou un alliage comprenant un de ces deux métaux.

[0021] Dans la figure 2 on voit la tôle extérieure 7 en acier inoxydable en dessus des plaques empilées en cuivre 8. Une autre tôle extérieure identique est placée en dessous des plaques. Des barres latérales 14 en acier inoxydable sont fixées de manière étanche aux bords des plaques 8.

[0022] Ces plaques 8 parallèles de forme rectangulaire sont séparées par des ondes en aluminium 9 fixées pas brasage.

[0023] Dans le cas où les plaques seraient en cuivre ou en nickel ou en alliage comprenant au moins 80 % d'un de ces métaux, les ondes seraient dans le même métal ou alliage. Au-dessus des ondes 9, les passages sont fermés par des barres 12.

[0024] Dans la figure 4 un débit d'air se refroidit dans un échangeur 20A selon l'invention par échange de chaleur avec des gaz résiduels, de l'azote liquide et de l'azote gazeux avant d'être envoyé à une double colonne. Celle-ci comprend une colonne moyenne pression reliée thermiquement avec une colonne basse pression par un vaporiseur-condenseur 20C selon l'invention.

[0025] Un débit de liquide riche en oxygène est soutiré de la cuve de la colonne basse pression et se vaporise par échange de chaleur avec un débit d'air surpressé dans un échangeur dédié 20B selon l'invention.

[0026] D'autres débits de l'appareil sont sous-refroidis dans un échangeur 20D selon l'invention.

[0027] Dans la figure 5, l'échangeur comprend un empilement de plaques rectangulaires verticales et parallèles entre lesquelles sont interposées des ondes-entretroises formant également ailettes thermiques. Chaque paire de plaques délimite un passage de forme générale plate. Il existe au moins deux séries de passages dont l'une est réservée à la circulation d'oxygène constituant le fluide traité tandis que l'autre sert à faire circuler l'azote qui constitue le fluide auxiliaire calorigène en cours de condensation.

[0028] Sur leur périphérie, les passages sont fermés par des barres. Les barres correspondant au fluide traité sont toutefois supprimées sur la face supérieure 3 du corps 1, et également sur sa face inférieure. L'échangeur fonctionne ainsi en thermosiphon, avec une circulation ascendante d'oxygène vaporisé, entraînant de

l'oxygène liquide. Le mélange diphasique sort du corps 2 par sa face supérieure 3.

[0029] Les barres de fermeture sont par ailleurs agencées de façon à laisser libres, sur les faces latérales verticales du corps 1, des rangées horizontales de fenêtres d'entrée/sortie de l'azote. Ces fenêtres sont coiffées par des boîtes d'entrée/sortie de forme générale cylindrique, telle que la boîte 4 représentée au dessin, prévue à la partie supérieure du corps et servant à l'entrée d'azote gazeux dans les passages d'azote, laquelle boîte est alimentée par une conduite 5.

[0030] Le ballon constituant la chambre d'entrée/sortie de fluide peut être en acier inoxydable ou en nickel ou en un alliage comprenant un de ces deux métaux.

[0031] Ces chambres sont décrites plus en détails dans EP-A-0718582 et EP-A-0718583.

[0032] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de séparation comprenant :

- une colonne moyenne pression,
- une colonne basse pression reliée thermiquement avec la colonne moyenne pression,
- un échangeur de chaleur,
- des moyens pour envoyer à l'échangeur de chaleur un débit d'air, un débit d'azote liquide soutiré de la colonne moyenne pression et au moins un autre débit provenant d'une des colonnes,
- un échangeur auxiliaire,
- des moyens pour envoyer un autre débit d'air, éventuellement surpressé, et un débit liquide riche en oxygène à l'échangeur auxiliaire,
- et des moyens pour sortir un débit d'azote gazeux de l'échangeur de chaleur et des moyens pour sortir un débit gazeux riche en oxygène de l'échangeur auxiliaire.

[0033] Ainsi dans la figure 4, l'oxygène liquide se vaporise après pressurisation dans l'échangeur 20B contre de l'air et l'azote liquide pressurisé se vaporise dans l'échangeur principal 20A contre de l'air. L'air est détendu dans une turbine Claude et une turbine d'insufflation. De l'argon peut être produit à partir du débit provenant de la colonne basse pression.

[0034] Les échangeurs selon l'invention peuvent être des échangeurs à co-courant ou à contre-courant. Ils peuvent être des vaporiseurs du type à bain (à thermosiphon) ou à film ou tubulaires.

50 Revendications

1. Echangeur de chaleur à plaques comprenant :

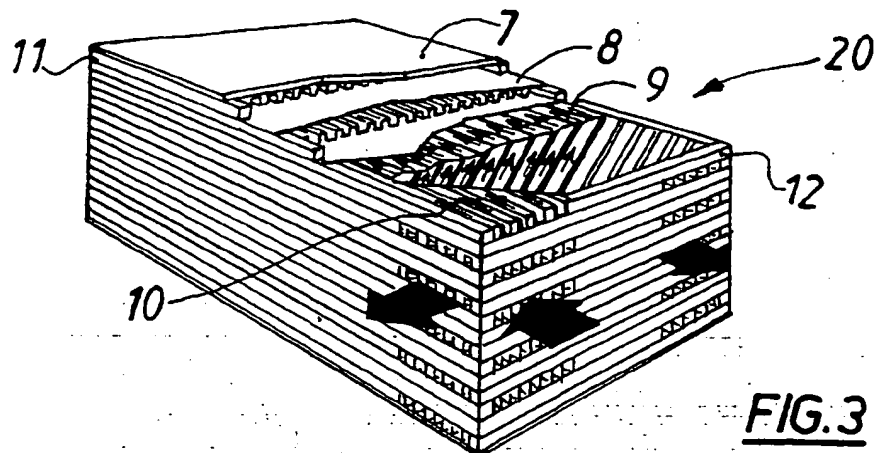
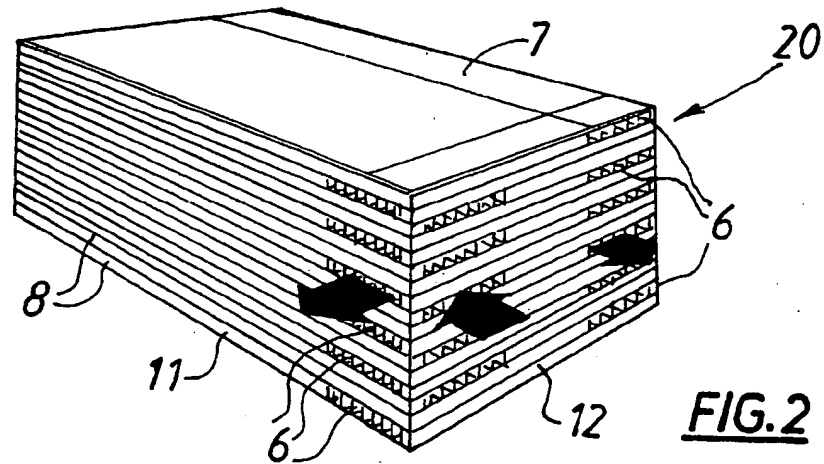
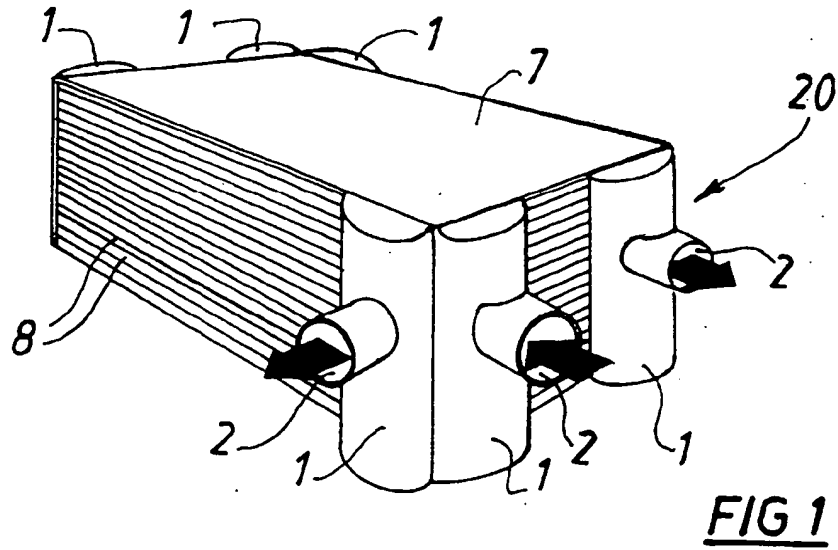
- une pluralité de plaques métalliques (8) en cuivre, en nickel ou en un alliage comprenant au moins 80 % de cuivre ou au moins 80 % de nickel ayant un contour substantiellement similaire, parallèles et espacées les unes des autres

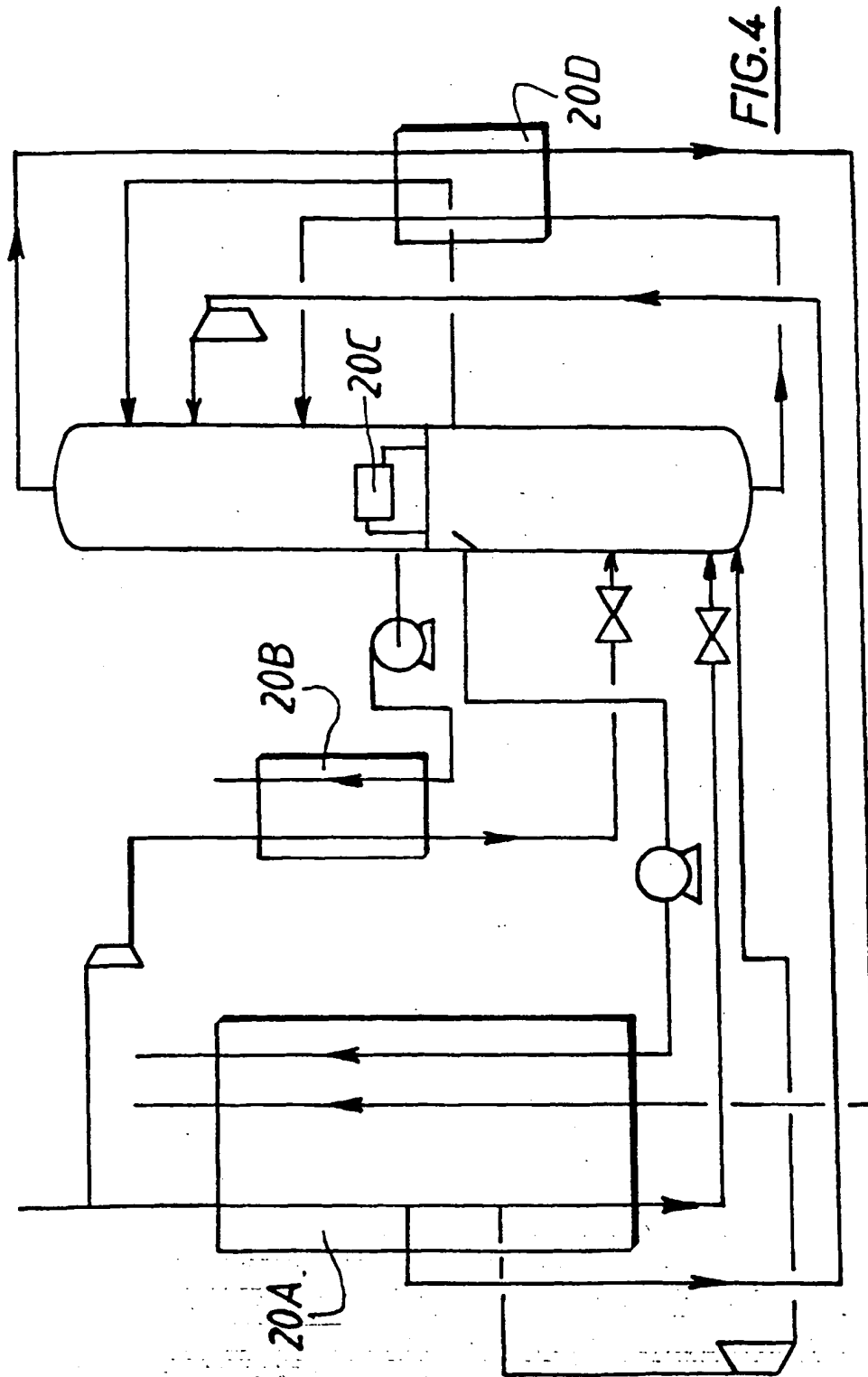
- afin de former des passages ;
- des ondes d'échange (6) placées entre les plaques,
- un moyen d'obturation (11) constitué par des barres latérales reliées de façon étanche aux bords des plaques ; 5
- deux tôles extérieures (7) parallèles aux plaques et ayant un contour substantiellement similaire à ceux des plaques;
- des têtes semi-cylindriques (1) reliées aux passages entre les plaques 10

et éventuellement une chambre d'entrée et/ou sortie d'un fluide (106) reliée à un joint étanche à une face d'entrée ou de sortie du fluide, une partie au moins de la chambre étant constituée par au moins une portion de sphère ou d'ellipsoïde et par des secteurs de cônes tangents à cette portion de sphère ou d'ellipsoïde 15

caractérisé en ce qu'au moins une des tôles extérieures et/ou au moins une des têtes semi-cylindriques et/ou une chambre d'entrée ou de sortie de fluide est en acier inoxydable ou en nickel ou un alliage comprenant au moins 80 % de nickel. 20

- 25
2. Echangeur selon la revendication 1 comprenant des tuyauteries (2), reliées aux têtes semi-cylindriques, en acier inoxydable ou en aluminium.
3. Echangeur selon la revendication 1 ou 2 dans lequel les barres latérales (11) sont en acier inoxydable. 30
4. Echangeur selon l'une des revendications précédentes dans lequel les séparatrices sont en acier inoxydable. 35
5. Appareil de séparation d'air comprenant au moins un échangeur de chaleur (20) selon l'une des revendications précédentes. 40
6. Appareil selon la revendication 5 dans lequel l'échangeur de chaleur est l'échangeur principal qui sert à refroidir l'air à sa température de distillation. 45
7. Appareil selon la revendication 5 ou 6 dans lequel l'échangeur de chaleur est un sous-refroidisseur.
8. Appareil selon la revendication 5, 6 ou 7 comprenant une première colonne alimentée par de l'air et reliée thermiquement à une deuxième colonne au moyen d'un échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4. 50





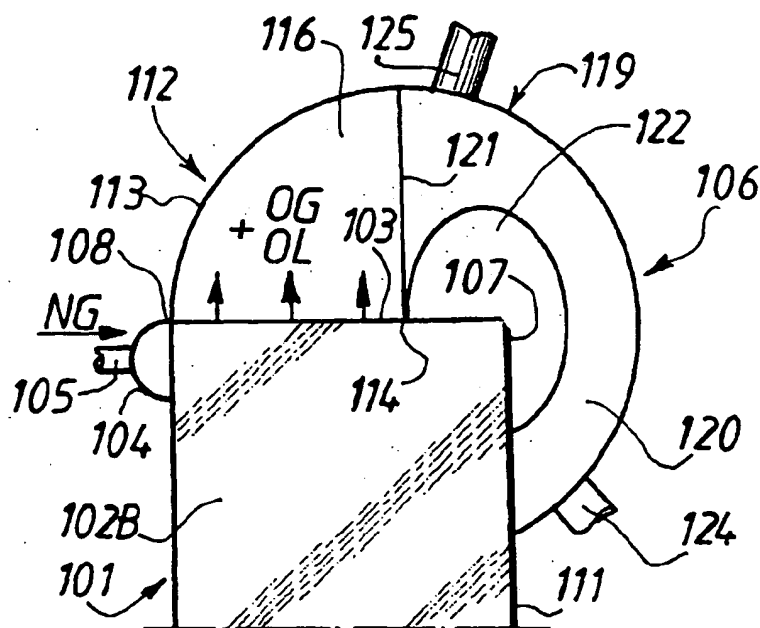


FIG. 5

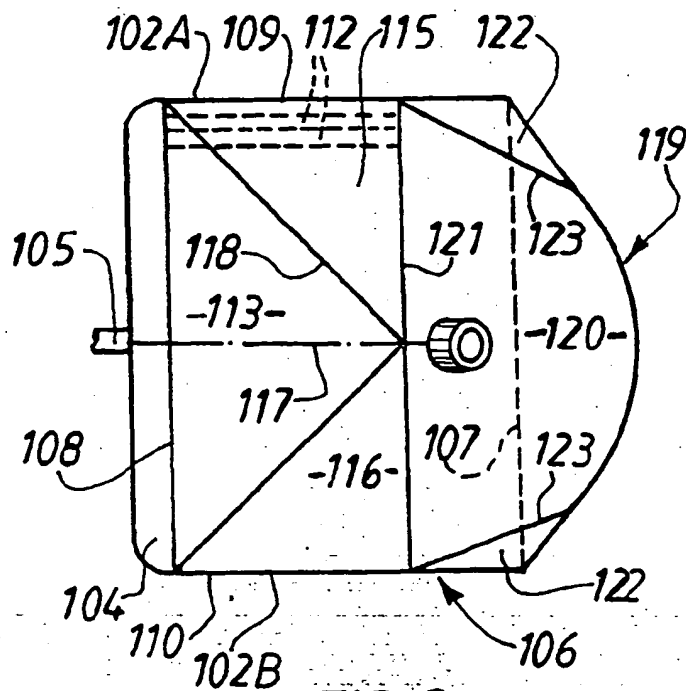


FIG. 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 3009

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (nl.CL7)
A	US 4 715 433 A (SCHWARZ ET AL) 29 décembre 1987 (1987-12-29) * colonne 1, ligne 6 - colonne 1, ligne 43 * * colonne 3, ligne 30 - colonne 3, ligne 45 * * colonne 6, ligne 51 - colonne 7, ligne 7; figure 8 *	1-8	F28F21/08 F28D9/00 F25J3/00
A	US 5 644 840 A (HISAMORI ET AL) 8 juillet 1997 (1997-07-08) * colonne 8, ligne 6 - colonne 9, ligne 35; figure 4 *	1-8	
A	GB 2 073 395 A (S.A. DES USINES CHAUSSON) 14 octobre 1981 (1981-10-14) * page 2, ligne 37 - page 2, ligne 82; figure 1 *	1-8	
D,A	WO 95 28610 A (L'AIR LIQUIDE, S.A. POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS CLAUDE) 26 octobre 1995 (1995-10-26) * page 4, ligne 7 - page 5, ligne 24; figures 1-8 *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (nl.CL7) F28F F28D F25J
D,A	EP 0 718 582 A (L'AIR LIQUIDE, S.A. POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS CLAUDE) 26 juin 1996 (1996-06-26) * colonne 3, ligne 41 - colonne 5, ligne 14; figures 1-3 *	1-8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 16 mars 2000	Examineur Beltzung, F
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X: particulièrement pertinent à lui seul Y: particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A: antérieur-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire		T: théorie ou principe à la base de l'invention E: document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D: cité dans la demande L: cité pour d'autres raisons &: membre de la même famille, document correspondant	

EP FORM 1503 (P0400) 27/03/95 (14.0)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 3009

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

16-03-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4715433 A	29-12-1987	AUCUN	
US 5644840 A	08-07-1997	JP 2814868 B JP 6066488 A GB 2268189 A, B US 5429183 A	27-10-1998 08-03-1994 05-01-1994 04-07-1995
GB 2073395 A	14-10-1981	FR 2479438 A BE 887645 A DE 3109558 A ES 499544 D ES 8201305 A IT 1135719 B	02-10-1981 15-06-1981 07-01-1982 16-12-1981 01-03-1982 27-08-1986
WO 9528610 A	26-10-1995	FR 2718836 A CA 2180838 A CN 1129479 A DE 69507861 D DE 69507861 T EP 0707700 A US 5904205 A US 5787975 A US 5857517 A	20-10-1995 26-10-1995 21-08-1996 25-03-1999 07-10-1999 24-04-1996 18-05-1999 04-08-1998 12-01-1999
EP 718582 A	26-06-1996	FR 2728669 A AU 703255 B AU 4040395 A CA 2165719 A CN 1133429 A DE 69512876 D JP 8291980 A US 5765631 A	28-06-1996 25-03-1999 27-06-1996 22-06-1996 16-10-1996 25-11-1999 05-11-1996 16-06-1998

EPO FORM P440

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82